

CSM Instr, которые показали высокую износостойкость ( $1 \times 10^{-5}$  мм<sup>3</sup>/Н/м) и низкий коэффициент трения – 0,2 (рис.1).

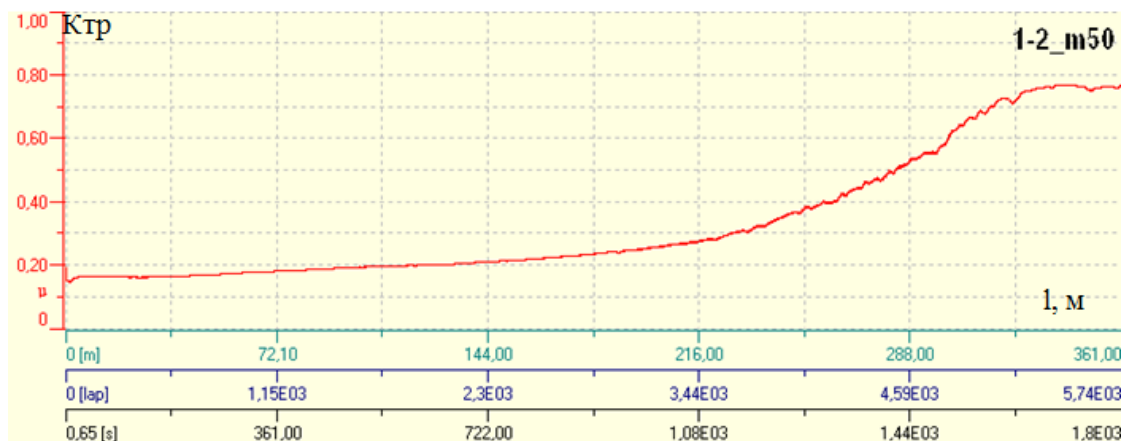


Рис.1. Зависимость коэффициента трения в паре покрытие- контртело от расстояния пробега контртела.

Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю д.ф.-м.н., профессору Александру Моисеевичу Столину за ценные и полезные замечания, и обсуждение результатов работы.

## СЕГРЕГАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ВАКУУМНЫХ КОНДЕНСАТАХ Fe-W

Бармин А.Е.

Украина, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,  
e-mail: axel.com.ua@gmail.com

Ранее было показано [1], что при легировании железа вольфрамом (менее 1 ат. %) путем совместного осаждения и кристаллизации паров испаряемых металлов (PVD - технология) образуется нанокристаллическая структура с размером зерна около 50 нм и твердостью 4,5 ГПа. При этом наблюдаемое сильное диспергирование структуры железной матрицы предположительно связывалось с образованием сегрегаций вольфрама по границам зерен.

В связи с этим целью данной работы являлось изучение возможности сегрегационных процессов в нанокompозитах Fe – W.

Фольги Fe - W толщиной ~ 30 мкм получали электронно-лучевым испарением компонентов из различных источников в вакууме ~  $1,3 \cdot 10^{-3}$  Па с последующим осаждением смеси их паров на неориентированные ситалловые подложки в интервале температур 500 – 550 °С.

Структурные исследования проводили методами рентгеновской дифрактометрии на ДРОН – 3М и просвечивающей электронной микроскопии на JEM – 2100 с приставкой для определения элементного и химического состава локальных участков образцов с помощью энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS). Средняя по объему конденсата концентрация W составляла 0,15 ат. %.

Анализ электронно-микроскопических изображений указывает на присутствие частиц второй фазы в приграничных областях зерен железной матрицы. Оценка их размеров дает значение порядка 5 нм. В тоже время, отсутствие дифракционных рефлексов вольфрама и интерметаллидов ( $\text{Fe}_2\text{W}$ ,  $\text{Fe}_7\text{W}_6$ ) на рентгенограммах и на электронограммах может быть связано как с высокой степенью дисперсности частиц, приводящей к размытию дифракционных линий, так и их малым объемным содержанием, снижающим интенсивность отражений.

Интересным фактом является необычный характер процесса электролитического утонения при пробоподготовке образцов для электронной микроскопии. Вопреки обычному явлению, преимущественному травлению по границам зерен, при утонении конденсатов Fe-W наблюдается обратная картина. Тело зерна утоняется с большей скоростью, чем граница зерна. Отметим, что аналогичное явление наблюдал Тамман [2] при исследовании сегрегационных процессов в различных сплавах. Известно также [3], что легирование железа вольфрамом резко снижает скорость растворения сплавов Fe-W в различных кислотах.

Сказанное выше подтверждается более высокой интенсивностью спектра характеристического излучения железа на границах зерен при проведении элементного анализа методом EDS.

Таким образом, полученные экспериментальные результаты свидетельствуют в пользу формирования сегрегаций тугоплавкого легирующего компонента на границах зерен матричного металла при совместной конденсации смеси их паров в вакууме. Этим явлением объясняется как сильное диспергирование зеренной структуры матричного материала при его легировании небольшим количеством тугоплавкого металла [1, 4], так и высокая стабильность зеренной структуры основного металла при последующем нагреве [5].

Автор выражает благодарность за оказанное содействие и ценные советы д. ф.-м. н., проф. Ильинскому А. И. и к. ф.-м. н. доц. Зубкову А.И.

Список литературы:

1. Бармин А. Е., Ильинский А. И., Зубков А. И. Субмикро- и нанокристаллические вакуумные конденсаты (фольги) на основе железа // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии. - 2010, т. 8, № 3, с. 547—551.
2. Классен-Неклюдова М В, Конторова Т А Природа межкристаллических прослоек // УФН. – 1939, № 7 с. 249—293.
3. Вол А.Е. Строение и свойства двойных металлических систем Т.2 //М: Гос. Изд. Физ.-Мат. Лит., 1962.
4. Зубков А.И., Ильинский А.И., Зозуля Э.В., Бармин А.Е., Зеленская Г.И. О реализации наноструктур путем легирования при осаждении в вакууме // Вестник Тамбовского Университета. Сер. Естественные и технические науки. – Т. 15. – В. 3. – Тамбов, 2010. – с. 844-845.
5. Зубков А.И., Ильинский А.И., Зозуля Э.В., Бармин А.Е., Островерх А.А. Рекристаллизация осажденных в вакууме нанокмполитов на основе меди и железа. // 50-й Международный научный сипозиум «Актуальные проблемы прочности». 27 сентября – 1 октября 2010 года. Витебск, Беларусь: сборник материалов. Ч.2. –УО «ВГТУ» - Витебск, 2010. – с.82-85.

## РАЗРАБОТКА ФОТОКОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ТРАВЛЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Ванифатьева Е.Ю.

Россия Тамский Государственный Университет arfys@sibmail.com

Метод фототравления был предложен Дж. Гейнером в 1967 году [1]. Этот метод изучен применительно к травлению различных металлов, полупроводниковых материалов и структур в планарной технологии интегральных схем.

В состав фототравящих композиций должны входить основные компоненты: полимерная основа для формирования окон фотолитографического рисунка, растворитель для нее, фотоактивное вещество. Основными требованиями к фототравящей композиции является взаимная совместимость всех ее компонентов, а также прозрачность полимера в области поглощения фотоактивного вещества. Фототравление материалов происходит с участием радикалов, образующихся в процессе фотодиссоциации.

Травление пленок диоксида кремния может проходить только во фтор - содержащих средах. В настоящее время в литературе не существует приемлемых методов фототравления  $\text{SiO}_2$ . Основное препятствие к осуществлению фотоактивированного травления  $\text{SiO}_2$  заключается в трудности подбора фторсодержащих соединений, способных к фотолизу в связи с уникальными свойствами  $\text{F}^-$ -иона: самой высокой электроотрицательностью, высоким значением сродства к электрону, исключительно высокой реакционной и сольватационной способностью [2, 3]. Наличие сольватной оболочки  $\text{F}^-$ -ионов препятствует вступлению их в реакцию с поверхностью оксида.

Высвобождение реакционно-способного фторид-иона возможно за счет реакций донорно-акцепторного взаимодействия. В качестве акцептора протонов могут быть использованы органические соединения, имеющие гетероатом с неподеленной электронной парой.

В работах [4, 5] нами была выдвинута идея десольватации ионов  $\text{F}^-$  и увеличения вследствие этого его реакционной способности за счет реакций кислотно-основного взаимодействия. В качестве донора протонов (кислоты) и одновременно F-содержащего реагента был использован фторид аммония ( $\text{NH}_4\text{F}$ ), а протофильным реагентом (основание) являлся пиридин  $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ , неподеленная пара электронов которого обеспечивала протекание реакции донорно-акцепторного взаимодействия. Результатом этого взаимодействия являлось выделение аммиака, протонирование пиридина и